

(3)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-062603
 (43)Date of publication of application : 02.03.1990

(51)Int.CI. G05B 19/18
 G05B 19/403

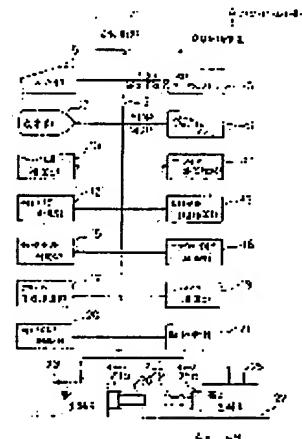
(21)Application number : 63-215764 (71)Applicant : YAMAZAKI MAZAK CORP
 (22)Date of filing : 30.08.1988 (72)Inventor : OHASHI HAJIME
 UEMURA KAZUKI

(54) WORKING CONTROL METHOD AND CONTROLLER FOR DOUBLE SPINDLE MACHINE TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the production load of a working program by defining the working processes carried out at 1st and 2nd spindle stocks as a comprehensive working program without discriminating them from each other, and performing both processes in division at the machine side.

CONSTITUTION: A working process is carried out based on a comprehensive working program stored in a working program memory 6. In such a case, the form data on a work 26 to be worked which is inputted as the working information is stored in the memory 6 with no consciousness of two spindle stocks 23 and 25. When the comprehensive working program is produced, an operator refers to the work form shown at a display part 7 and issues an instruction to work the stock 23 or 25. When the production is through with the comprehensive working program, a numerical controller 1 converts the working program into the proper programs of both stocks 23 and 25 according to the display of the working division instruction and makes each spindle stock carry out the concrete working respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開
 ⑫ 公開特許公報 (A) 平2-62603

⑬ Int. Cl. 5
 G 05 B 19/18
 19/403

識別記号 C 7623-5H
 E 7623-5H
 T 7623-5H

⑭ 公開 平成2年(1990)3月2日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全17頁)

⑮ 発明の名称 2スピンドル工作機械における加工制御方法及び制御装置

⑯ 特願 昭63-215764
 ⑰ 出願 昭63(1988)8月30日

⑱ 発明者 大橋 繁 愛知県丹羽郡大口町大字小口字乗船1番地 ヤマザキマザック株式会社本社工場内
 ⑲ 発明者 植村 和樹 愛知県丹羽郡大口町大字小口字乗船1番地 ヤマザキマザック株式会社本社工場内
 ⑳ 出願人 ヤマザキマザック株式会社 愛知県丹羽郡大口町大字小口字乗船1番地
 ㉑ 代理人 弁理士 相田 伸二 外2名

明細書

1. 発明の名称

2スピンドル工作機械における
加工制御方法及び制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) 互いに対向する形で設けられた第1主軸台
及び第2主軸台を有する2スピンドル工作機械
において、

前記第1主軸台で行う第1工程加工及び第
2主軸台で行う第2工程加工を区別すること無
く入力された、ワークの加工形状を指示する指
令を含む包括加工データ及び、前記加工形状に
ついての第1工程加工と第2工程加工の仮分割
位置を指示する仮分割指令データを有し、

それ等包括加工データに示されたある加工
部位について、該加工部位に対応して設定され
た仮分割指令データから、前記加工部位の加工
が行われる工程を判定し、

該判定に基づいて、前記包括加工データか
ら各主軸台についての固有加工プログラムを変

換生成し、

該固有加工プログラムに基づいて各主軸台
における加工を実行するようにして構成した2
スピンドル工作機械における加工制御方法。

(2) 互いに対向する形で設けられた第1主軸台
及び第2主軸台を有する2スピンドル工作機械
において、

前記第1主軸台で行う第1工程加工及び第
2主軸台で行う第2工程加工を区別すること無
く入力された、ワークの加工形状を指示する指
令を含む包括加工データ及び、前記加工形状に
ついての第1工程加工と第2工程加工の仮分割
位置を指示する仮分割指令データを有し、

それ等包括加工データに示されたある加工
部位について、該加工部位に対応して設定され
た仮分割指令データ及び、各主軸台のチャック
の把持態様に基づいて、前記加工部位の加工が
行われる工程を判定し、

該判定に基づいて、前記包括加工データか
ら各主軸台についての固有加工プログラムを変

特開平2-62603 (2)

換生成し、

該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行するようにして構成した2スピンドル工作機械における加工制御方法。

(3)、互いに対向する形で設けられた第1主軸台及び第2主軸台を有する2スピンドル工作機械において、

前記第1主軸台で行う第1工程加工及び第2主軸台で行う第2工程加工を区別すること無く入力された、ワークの加工形状を指示する指令を含む包括加工データ及び、前記加工形状についての第1工程加工と第2工程加工の仮分割位置を指示する仮分割指令データを有し、

それ等包括加工データに示されたある加工部位について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データ及び、各主軸台のチャックの把持態様に基づいて、前記加工部位の加工が行われる工程を判定し、

前記加工部位が、2つの主軸台のチャックと共に干渉するものと判定された場合に、前記

についての第1工程加工と第2工程加工の仮分割位置を指示する仮分割指令データを格納するメモリ手段を有し、

それ等包括加工データに示されたある加工部位について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データから、前記加工部位の加工が行われる工程を判定する第1判定手段を設け、

該判定に基づいて、前記包括加工データから各主軸台についての固有加工プログラムを変換生成する変換手段を設け、

該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行する加工実行手段を設けて構成した2スピンドル工作機械における制御装置。

(4)、互いに対向する形で設けられた第1主軸台及び第2主軸台を有する2スピンドル工作機械において、

前記第1主軸台で行う第1工程加工及び第2主軸台で行う第2工程加工を区別すること無く入力された、ワークの加工形状を指示する指

仮分割位置に対応した形状交点が存在するか否かを判定し、

前記形状交点が存在する場合には、当該形状交点を基準にして加工形状を分割して、各主軸台についての固有加工プログラムを交換生成し、

前記形状交点が存在しない場合には、前記仮分割位置を基準にして、加工形状を分割して、各主軸台についての固有加工プログラムを交換生成し、

該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行するようにして構成した2スピンドル工作機械における加工制御方法。

(4)、互いに対向する形で設けられた第1主軸台及び第2主軸台を有する2スピンドル工作機械において、

前記第1主軸台で行う第1工程加工及び第2主軸台で行う第2工程加工を区別すること無く入力された、ワークの加工形状を指示する指令を含む包括加工データ及び、前記加工形状に

合を含む包括加工データ及び、前記加工形状についての第1工程加工と第2工程加工の仮分割位置を指示する仮分割指令データを格納するメモリ手段を有し、

それ等包括加工データに示されたある加工部位について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データ及び、各主軸台のチャックの把持態様に基づいて、前記加工部位の加工が行われる工程を判定する第2判定手段を有し、

該判定に基づいて、前記包括加工データから各主軸台についての固有加工プログラムを交換生成する変換手段を設け、

該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行する加工実行手段を設けて構成した2スピンドル工作機械における制御装置。(5)、互いに対向する形で設けられた第1主軸台及び第2主軸台を有する2スピンドル工作機械において、

前記第1主軸台で行う第1工程加工及び第2主軸台で行う第2工程加工を区別すること無

特開平2-62603 (3)

く入力された、ワークの加工形状を指示する指令を含む包括加工データ及び、前記加工形状についての第1工程加工と第2工程加工の仮分割位置を指示する仮分割指令データを格納するメモリ手段を有し、

それ等包括加工データに示されたある加工部位について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データ及び、各主軸台のチャックの把持様に基づいて、前記加工部位の加工が行われる工程を判定する第2判定手段を設け、

前記加工部位が、2つの主軸台のチャックと共に干渉するものと判定された場合に、前記仮分割位置に対応した形状交点が存在するか否かを判定する第3判定手段を設け、

前記形状交点が存在する場合には、当該形状交点を基準にして加工形状を分割して、各主軸台についての固有加工プログラムを変換生成し、前記形状交点が存在しない場合には、前記仮分割位置を基準にして、加工形状を分割して、各主軸台についての固有加工プログラムを変換

る。

(c) 発明が解決しようとする問題点

こうした工作機械においては、加工プログラムの作成に際して、第1及び第2主軸台で実行される加工を区別することなく包括加工プログラムの形で作成し、後に機械側で、第1主軸台で行う第1工程と、第2主軸台で行う第2工程を分割して加工を行う方式が、プログラマの加工プログラム作成の負担を減少させる意味から望ましい。

しかし、こうしたことの可能な加工制御方法及び装置がいまだ開発されていないのが実情である。

本発明は、上記した事情に鑑み、第1及び第2主軸台で実行される加工を区別することなく包括加工プログラムの形で作成し、後に機械側で、第1主軸台で行う第1工程と、第2主軸台で行う第2工程を分割して加工を行うことの可能な、加工制御方法及び制御装置を提供することを目的とするものである。

生成する変換生成手段を設け、

該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行する加工実行手段を設けて構成した2スピンドル工作機械における制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(a) 産業上の利用分野

本発明は、第1工程加工及び第2工程加工を意識することなく作成された包括加工プログラムを、工作機械側で、第1工程加工及び第2工程加工用の固有加工プログラムに分割し、当該分割された固有加工プログラムに基づいて加工を行う、2スピンドル工作機械における加工制御方法及び制御装置に関する。

(b) 従来の技術

最近、相対向する形で設けられた2個のスピンドルを有する工作機械が提案されており、その加工プログラムの作成方法も、各種開発されてい

(c) 問題点を解決するための手段

即ち、本発明は、互いに対向する形で設けられた第1主軸台(23)及び第2主軸台(25)を有する2スピンドル工作機械において、前記第1主軸台(23)で行う第1工程加工及び第2主軸台(25)で行う第2工程加工を区別すること無く入力された、ワーク(26)の加工形状を指示する指令を含む包括加工データ(PRO)及び、前記加工形状についての第1工程加工と第2工程加工の仮分割位置を指示する、仮分割指令データ(DV1、DV2)を有し、それ等包括加工データに示されたある加工部位(MP)について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データから、該加工部位の加工が行われる工程を判定し、該判定に基づいて、前記包括加工データから各主軸台についての固有加工プログラム(PRO1、PRO2)を変換生成し、該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行するようにして構成される。

特開平2-62603 (4)

また、本発明は、互いに対向する形で設けられた第1主軸台(23)及び第2主軸台(25)を有する2スピンドル工作機械において、前記第1主軸台(23)で行う第1工程加工及び第2主軸台(25)で行う第2工程加工を区別すること無く入力された、ワーク(26)の加工形状を指示する指令を含む包括加工データ(PRO)及び、前記加工形状についての第1工程加工と第2工程加工の仮分割位置を指示する、仮分割指令データ(DV1、DV2)を有し、それ等包括加工データに示されたある加工部位(MP)について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データ及び各主軸台のチャック(23a、25a)の把持態様に基づいて、前記加工部位の加工が行われる工程を判定し、該判定に基づいて、前記包括加工データから各主軸台についての固有加工プログラム(PRO1、PRO2)を変換生成し、該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行するようにして構成される。

更に、本発明は、互いに対向する形で設けら

PRO2)を変換生成し、前記形状交点が存在しない場合には、前記仮分割位置を基準にして、加工形状を分割して、各主軸台についての固有加工プログラム(PRO1、PRO2)を変換生成し、該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行するようにして構成される。

なお、括弧内の番号等は、図面における対応する要素を示す、便宜的なものであり、従って、本記述は図面上の記載に限定拘束されるものではない。以下の「(a)、作用」の欄についても同様である。

(a)、作用

上記した構成により、本発明は、包括加工データ(PRO)に示された加工部位(MP)が仮分割指令データ(DV1、DV2)に基づいてその加工工程が判定され、各主軸台(23、25)についての固有加工プログラム(PRO1、PRO2)が変換生成されるよう作用する。

れた第1主軸台(23)及び第2主軸台(25)を有する2スピンドル工作機械において、前記第1主軸台(23)で行う第1工程加工及び第2主軸台(25)で行う第2工程加工を区別すること無く入力された、ワーク(26)の加工形状を指示する指令を含む包括加工データ(PRO)及び、前記加工形状についての第1工程加工と第2工程加工の仮分割位置を指示する、仮分割指令データ(DV1、DV2)を有し、それ等包括加工データに示されたある加工部位(MP)について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データ及び各主軸台のチャック(23a、25a)の把持態様に基づいて、前記加工部位の加工が行われる工程を判定し、前記加工部位(MP)が、2つの主軸台のチャック(23a、25a)と共に干渉するものと判定された場合に、前記仮分割位置に対応した形状交点(PO)が存在するか否かを判定し、前記形状交点が存在する場合には、当該形状交点を基準にして加工形状を分割して、各主軸台についての固有加工プログラム(PRO1、

(b)、実施例

以下、本発明の実施例を図面に基づき説明する。

第1図は、本発明による2スピンドル工作機械の數値制御装置の一例を示す制御プロック図、

第2図は表示部上で加工形状の表示態様の一例を示す図、

第3図はワークの加工部位の各選択パターンを示す図、

第4図は加工工程判定プログラムの一例を示すフローチャート、

第5図は形状分割プログラムの一例を示すフローチャート、

第6図はワークの加工形状と分割位置との関係を示す図、

第7図は形状分割の一例を示す図、

第8図は分割される加工プログラムの一例を示す図、

第9図は形状分割の別の例を示す図、

第10図は分割される加工プログラムの一例

特開平2-62603 (5)

を示す図、

第11図は第7図のワーク加工形状に対応する第1工程固有加工プログラムの変換工程を示す図、

第12図は第7図のワーク加工形状に対応する第2工程固有加工プログラムの変換工程を示す図、

第13図及び第14図は第6図のワーク加工形状に対応する加工プログラムの第2工程への変換手順を示す図、

第15図は第9図のワーク加工形状に対応する第1工程固有加工プログラムを示す図、

第16図は第9図のワーク加工形状に対応する第2工程固有加工プログラムの変換工程を示す図である。

2スピンドル工作機械4の駆動制御装置1は、第1図に示すように、主制御部2を有しており、主制御部2はバス線3を介して入力部5、加工プログラムメモリ6、ディスプレイ等の表示部7、

1回左端部を保持させると共に回転運動し、その状態で第1工程の加工を、該ワーク26に対して行う。第1工程の加工が完了したところで、第1主軸台23を、チャック23aにワーク26を保持したままの状態で第2主軸台25方向に、即ち矢印B方向に移動運動させ、ワーク26の図中右端部を、第2主軸台25のチャック25aに保持させると共に、第1主軸台23側のチャック23aによるワーク26の保持を解除する。次に、第1主軸台23を矢印A方向に移動運動させて第2主軸台25から退避させ、その状態で第2主軸台25のワーク主軸をチャック25aと共に回転運動させ、第2工程の加工をワーク26に対して行う。

この加工は、加工プログラムメモリ6に格納された包括加工プログラムPROに基づいて行われるが、この包括加工プログラムPROの作成は、公知の自動プログラム手法に基づいた形で、オペレータが入力部5を操作し、加工に必要な各種の

システムプログラムメモリ9、チャック位置演算部10、加工形状演算判定部11、加工工程判定部12、工程分割位置演算部13、チャック干涉判定部15、プログラム分割制御部16、プログラム変換演算部17、ツールバス演算部19、加工プロセス制御部20、軸制御部21等が接続しており、軸制御部21には、工作機械27のベット22上に、矢印A、B方向、即ちZ軸方向にそれぞれ移動運動自在に設けられた第1主軸台23及び第2主軸台25が接続されている。第1主軸台23及び第2主軸台25は、互いに対向する形で設けられており、第1主軸台23及び第2主軸台25には、図示しないスピンドルが回転運動自在に支持されている。なお、スピンドルにはチャック23a、25aがワーク26の一端を保持し、う形で固定されている。

駆動制御装置1等は以上のような構成を有するので、通常、工作機械4による加工は、まず第1主軸台23のチャック23aにワーク26の第

加工情報を入力することにより行われる。この場合、加工情報として入力される加工すべきワーク26の形状データは、通常の單一主軸台の工作機械に対する場合と同様に、従って、2個の主軸台を意識することなく、行われ、加工プログラムメモリ6中に格納される。入力された加工形状FGは、第2図に示すように、表示部7上に表示される。表示部7上には、加工形状FGの他に、素材形状FG1、チャック23a、25aの形状FG2、FG3が表示される。チャック形状FG2、FG3は、各チャック23a、25aが、第1工程及び第2工程においてワーク26を把持する位置が、チャック位置演算部10による包括加工プログラムPROの解析に基づき表示される。なお、こうした加工プログラムの解析手法は、既に公知のものなので、ここではその詳細な説明は省略する。また、包括加工プログラムPROの作成に際しては、オペレータは、表示部7に表示された加工形状FGを参照して、第1主軸台23による第1工程で行うべき加工と、第2主軸台25による

特開平2-62603 (6)

第2工程で行うべき加工をどの位置で分割するかを入力部5を介して指示し、当該指示に基づいて表示部7上には、加工分割指示表示DV1、DV2がワークの外径側及び内径側にそれぞれ表示される。この加工分割位置は、任意の位置での指示が可能であるが、通常は、第6図に示すように、加工形状の、形状交点P0、P1、P2等に対応した位置を採用する。

こうして、包括加工プログラムPROが作成されたところで、數値制御装置1は、作成された包括加工プログラムPROを、加工分割指示表示DV1、DV2に基づいて、第1主軸台23及び第2主軸台25についての固有加工プログラムPRO1、PRO2に変換し、具体的な加工内容を、各主軸台毎に決定する。

それには、主制御部2は、システムプログラムメモリ9から加工工程判定プログラムMJPを読み出し、各加工プロセスについて、当該加工を、第1主軸台23によって加工すべきか、第2主軸台25によって加工すべきかを判定する。即ち、

された部位が加工部位MPの場合には、当該加工部位MPが加工分割指示表示DV1の図中右方であるので、第1主軸台23による第1工程のみでの加工が可能となり、ステップS3で、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された当該加工部位MPを、第1主軸台23によって加工を行う第1工程に組み入れ、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第1主軸台23に関する固有加工プログラムPRO1に変換する。また、ステップS2で、加工部位MPが、第3図のタイプBに示すように、加工分割指示表示DV1の、図中左方で、第1工程のみでの加工が出来ない場合には、ステップS4に入り、加工工程判定部12が、当該部位の第2工程、即ち第2主軸台25側のみでの加工が可能か否かを判定する。この場合、第2工程のみでの加工可能なので、ステップS5に入り、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された当該加工部位MPを、第2主軸台25によって加工

加工工程判定プログラムMJPのステップS1では、第4図に示すように、加工形状演算判定部11が包括加工プログラムPROの各加工プロセス中で指示された、加工部位が、ワーク26の外径加工に関するものか、内径加工に関するものかを判定する。なお、加工部位は、包括加工プログラムPRO中で、例えば、第8図に示すように、加工情報として入力された加工プロセス名NAMから判定される。なお、図中、「BAR OUT」とは、ワーク26の外径を棒状に加工することである。従って、加工プロセス名NAMが、例えば、内径加工を示す「IN」の場合には、加工形状演算判定部11が、当該加工プロセスは内径加工であるものと判定する。

こうして、ステップS1で、加工部位が外径加工であると判定された場合には、ステップS2に入り、加工工程判定部12が、加工分割指示表示DV1により指示された部位が、第1工程のみでの加工が可能か否かを判定する。例えば、第18図タイプAの場合のように、図中横線で陰の付

を行う第2工程に組み入れ、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第2主軸台25に関する固有加工プログラムPRO2に変換する。

また、加工分割指示表示DV1の入力位置により、ステップS2で、第1工程のみでの加工が出来ず、更にステップS4で、第2工程のみでの加工も出来ないもの、即ち、第1及び第2工程による加工を経なければ加工が不可能な加工部位MPと仮に判定された場合（ステップS2、S4を経て、第1及び第2工程による加工が必要と判定されても、前述のように、どちらか一方の主軸台のみでの加工が可能な場合もある）には、ステップS6に入り、チャック位置演算部10が、第1主軸台23のチャック23aの爪位置を、包括加工プログラムPRO内の加工情報から演算し、チャック23aが、ワーク26の外側にあるか否かを判定する。チャック23aがワーク26の外側にあるものと判定された場合には、ステップS7に入り、チャック干渉判定部15により、加工部

特開平2-62603 (7)

位MPが、第1工程を実行する第1主軸台23のチャック23aと干渉するか否かを判定する。加工部位MPが、第3図タイプCに示すように、第1工程を実行する第1主軸台23のチャック23aと干渉しない場合には、当該加工部位MPは、加工分割指示表示DV1が、加工部位MPを分割する形で指示されていても、第1主軸台23側での第1工程での加工が可能なので、ステップS8に入り、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された当該加工部位MPを、第1主軸台23によって加工を行う第1工程に組み入れ、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第1主軸台23に関する固有加工プログラムPRO1に変換する。

ステップS7で、加工部位MPが第1工程を実行する第1主軸台23のチャック23aと干渉するものと判定された場合には、ステップS9に入り、チャック位置演算部10により、第2工程を実行する第2主軸台25のチャック25aの把

S41に入り、加工部位MPが、第2工程を行う第2主軸台25のチャック25aと干渉しないか否かをチャック干渉判定部15により判定し、第3図タイプEに示すように、加工部位MPが、第2工程を行う第2主軸台25のチャック25aと干渉しない場合には、加工分割指示表示DV1にも拘わらず、当該加工部位MPを、第2主軸台25で加工することにより、第1主軸台23側のチャック23aとも何らの干渉も発生することが無くなる。従って、ステップS11に入り、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された当該加工部位MPを、第2主軸台25によって加工を行う第2工程に組み入れ、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第2主軸台25に関する固有加工プログラムPRO2に変換する。

なお、ステップS41で、第3図タイプFに示すように、加工部位MPが、第2工程を行う第2主軸台25のチャック25aと干渉する場合、

持位置が、ワーク26の外側か内側かを判定する。第3図タイプDのように、チャック23aが、ワーク26の内側を把持する場合には、第1主軸台23側のチャック23aと加工部位MPが干渉するが、第2主軸台25側のチャック25aとは干渉の危険性がないので、ステップS10に入り、当該加工部位MPは、加工分割指示表示DV1が、加工部位MPを分割する形で指示されていても、第2主軸台25側のみでの第2工程での加工が可能なものと判断する。そこで、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された当該加工部位MPを、第2主軸台25によって加工を行う第2工程に組み入れ、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第2主軸台25に関する固有加工プログラムPRO2に変換する。

更に、ステップS9で、第2工程を実行する第2主軸台25のチャック25aの把持位置が、ワーク26の外側を把持する場合には、ステップ

従って、第1主軸台23及び第2主軸台25のチャック23a、25aが共にワーク26の外側を把持し、しかも両チャック23a、25aが共に加工部位MPと干渉する場合には、ステップS12に入り、当該加工部位MPを、第1主軸台23で加工する部位と第2主軸台25で加工する部位とに分割する必要がある。この分割動作は、工程分割位置演算部18が、システムプログラムメモリ9に格納された、形状分割プログラムFDPに基づいて行なう。

即ち、工程分割位置演算部18はステップS12で、形状分割プログラムFDPを読み出して、第5図に示すように、そのステップS13で、加工分割指示表示DV1が表示された位置に最寄りの形状交点が存在するか否かを判定する。なお、この形状交点は、第6図に示すように、チャック23a、25aのいずれにも干渉しないZ軸座標位置に有り、しかもそのワーク肉厚側の屈曲角度θが180°以下である必要がある。第6図に示す場合は、採用される形状交点はP0となる。

特開平2-62603(8)

このように、ステップ S 1 3 で示された分割条件を満足する形状交点、例えば点 P 0 が見出された場合には、ステップ S 1 4 に入り、第 1 分割処理により、当該加工プロセスを分割する。即ち、第 6 図の形状交点 P 0 周辺の包括加工プログラム PRO は、第 7 図及び第 8 図に示すように、点 P 1 から P 0 まで、始点 P 1 (X, Z¹) から、終点 P 0 (X, Z) まで Z 軸に平行に直線状にワークを加工する直線加工ステップ(図中「LIN」と表示)と、始点 P 0 (X, Z) から、終点 P 2 (X², Z²) まで、ワークをテーパ状に加工する、テーパ加工ステップ(図中「TPR」と表示)からなるが、ステップ S 1 3 の分割条件を満足する形状交点を P 0 とすると、包括加工プログラム PRO は、「LIN」のステップと「TPR」のステップの部分で、第 8 図に示すように、分割される。この場合、「LIN」以上のステップが、第 1 主軸台 2 3 による第 1 工程加工の固有プログラムとして採用され、「TPR」以下のステップが、第 2 主軸台 2 5 による第 2 工程の固有加工プログラ

ム PRO 2 として採用されることになる。なお、包括加工プログラム PRO 中で「LIN」のステップで指示された、点 P 0 部分の面取りは、分割に際して、第 2 工程側の固有加工プログラム PRO 2 側に振り分けられる。

更に、詳細に説明すると、形状交点 P 0 を基準に、第 1 工程と第 2 工程とを分割する際には、第 7 図に示すように、プログラム分割演算部 1 6 が、形状交点 P 0 を中心に、Z 軸方向両側に適宜なオーバーラップ加工量 O L (> 0) を設定し、その点をそれぞれ P_A (X, Z + O L)、P_B (X, Z - O L) とする。これは、第 1 工程の加工と第 2 工程の加工が形状交点 P 0 において円滑に行われるよう設計されるものである。次に、オーバーラップ加工量 O L 1、O L 2 が設定された上で、プログラム変換演算部 1 7 が、分割された包括加工プログラム PRO の、「LIN」ステップ部分までを、第 1 工程の固有加工プログラム PRO 1 として、変換するが、「LIN」ステップの直前のステップまでは、包括加工プログラム PR

O がそのまま固有加工プログラム PRO 1 として使用することが出来る。しかし、「LIN」ステップ部分は、既に述べたように、オーバーラップ加工量 O L が設定されているので、当該オーバーラップ加工量 O L 1 に対応した加工指令を生成して、加工プログラム PRO 1 に付加する。即ち、包括加工プログラム PRO の「LIN」ステップは、第 1 1 図(a)に示すように、点 P 1 から P 0 までの加工形状を指令するステップ M S 1、点 P 0 から、P_A までの加工形状を指令するステップ M S 2、更に点 P_A から、素材外径 O D にまでの加工形状を指令するステップ M S 3 とに分解され、更に、同図(b)に示すように、変換され、第 1 工程の固有加工プログラム PRO 1 が出来る。なお、第 1 1 図例では、

$$P_A (X) = P (X)$$

$$P_A (Z) = P (Z) + O L$$

$$O D (X) = O D : 素材外径$$

$$O D (Z) = P_A (Z) = P (Z) + O L$$

なる関係から、加工プログラムを簡略化している。

次に、プログラム変換演算部 1 7 は、第 8 図に示す、包括加工プログラム PRO の「TPR」ステップ以下のステップについて、第 2 工程に関する固有加工プログラム PRO 2 を生成する動作を行う。即ち、第 1 2 図に示すように、第 2 工程の加工プログラムは、「TPR」のステップが、素材外径 O D から、点 P_B までの加工形状を指令するステップ M S 4、点 P_B から P 0 までの加工形状を指令するステップ M S 5、点 P 0 から、点 P 2 までの加工形状を指令するステップ M S 6 までの加工形状を指令するステップとに分解される。

こうして、第 6 図に示すワーク 2 8 の、第 2 工程に関する固有加工プログラム PRO 2 は、第 1 3 図に示すように、第 1 2 図に示す、ステップ M S 4、5、6 に次いで、第 6 図の点 P 2 から P 2 3 への加工形状を指令するステップ M S 7、点 P 2 3 から P 3 への加工形状を指令するステップ M S 8、点 P 3 から P 4 への加工形状を指令するステップ M S 9、点 P 4 から P 5 への加工形状を指令するステップ M S 1 0、更に点 P 5 から Z 軸とワ

特開平2-62603 (9)

ーク 2 6 の交点である点 P Zまでの形状を指令するステップ M S 1 1 から構成される。

なお、第 1 3 図の固有加工プログラム PRO 2 は、包括加工プログラム PRO が作成された切削方向、即ち第 6 図右から左へ向かう方向がそのまま採用されているので、切削方向が逆になる第 2 工程では、第 1 3 図で作成された固有加工プログラム PRO 2 を、その始点と終点を逆にしてかつ、図中下方のステップ M S 1 1 から上方に向けて、加工プログラムを廻遊する動作を行う。こうして、第 1 4 図に示すように、第 1 3 図における各ステップ M S 4 ~ 1 1 の始点と終点が逆転し、かつ逆順となったステップ M S 4' ~ 1 1' から構成される、固有加工プログラム PRO 2 が完成する。こうして、第 5 図に示す形状分割プログラム F D P のステップ S 1 6 で第 2 工程の加工プログラムの変換処理が行われた所で、ステップ S 1 7 で、オペレータは各工程において使用する工具、切削条件等を入力部 5 を介して入力し、実行可能な固有加工プログラム PRO 1 、 PRO 2 を作成

タブ S 3 8 で、プログラム変換演算部 1 7 は、第 1 工程に関する固有加工プログラム PRO 1 を、第 1 5 図に示すように、点 P 1 から点 Q までをテーパ状に加工する加工形状を指令するステップ M S 1 2 、点 Q から Q 1 までをテーパ状に加工する加工形状を指令するステップ M S 1 3 、更に点 Q 1 からワーク素材外径 O D までの加工形状を指令するステップ M S 1 4 とに分割する。なお、この際、プログラム変換演算部 1 7 は、オーバーラップ量 O L を X 座標値を一定に設定した場合、第 9 図(b)に示すように、設定された点 Q 1' 、 Q 2 がワーク 2 6 内に入ってしまった時には、そのままでは、第 1 工程または第 2 工程の加工に支障が出るので、ワーク 2 6 内に侵入した方の点 Q 1' を Z 座標を一定にした形で素材外径 O D に向けて移動させ、包括加工プログラム PRO で指示された加工形状との交点に点 Q 1 を設定して、前記したステップ M S 1 3 、 M S 1 4 を作成する。

こうして、チャック 2 3 側の第 1 工程の加工プログラム PRO 1 を作成すると共に、プログ

ラムメモリ 6 中に格納する。

また、形状分割プログラム F D P のステップ S 1 3 で、ステップ S 1 3 の条件を満足する形状交点が存在しない場合には、第 5 図ステップ S 1 9 に入り、第 2 分割処理により、包括加工プログラム PRO を分割する。第 2 分割処理が行われる場合は、例えば、第 9 図に示すように、ワーク 2 6 の外周部が点 P 1 から P 2 まで一様にテーパ状に加工される場合等が有る。この場合は、加工分割指示表示 D V 1 を基準に、その Z 軸方向両側に、オーバーラップ量 O L 、 O L を設定し、当該部分で、図中左側のオーバーラップ量 O L を含む第 9 図右側の部分を、第 1 工程による、チャック 2 3 側の加工とし、図中右側のオーバーラップ量 O L を含む図中左側の部分を、第 2 工程による、チャック 2 5 側の加工とする。

即ち、プログラム分割制御部 1 6 は、第 1 0 図に示す、包括加工プログラム PRO を、図中点線で示すように、始点 P 1 と終点 P 2 との間で分割すると共に、形状分割プログラム F D P のステ

ラム変換演算部 1 7 は、ステップ S 3 9 及び S 4 0 で、第 2 工程に関する固有加工プログラム PRO 2 を包括加工プログラム PRO から変換生成する。即ち、第 1 6 図に示すように、第 2 工程の加工は、素材外径 O D から、点 Q 2 までの加工形状を指令するステップ M S 1 5 、点 Q 2 から点 Q までの加工形状を指令するステップ M S 1 6 、点 Q から点 P 2 までの加工形状を指令するステップ M S 1 7 とに分解生成され、更に加工方向に応じて、始点と終点を入れ替えると共に、加工ステップの順序を逆転させて、固有加工プログラム PRO 2 を作成する。

こうして、形状分割プログラム F D P により分割生成された第 1 主軸台 2 3 及び第 2 主軸台 2 5 に関する固有加工プログラム PRO 1 、 PRO 2 は、加工プログラムメモリ 6 内に格納され、実際の加工に備えられる。

また、第 4 図に示す、加工工程判定プログラム M J P のステップ S 6 で、第 1 工程のチャック 2 3 の爪位置が、外側でない、従って内側の場

特開平2-62603 (10)

合には、ステップS20に入り、第2工程のチャック25aの爪の把持位置が外側か否かを判定する。第2工程のチャック25aの把持位置が内側で、第3図タイプGに示すように、チャック23a、25aが共に内側の場合には、加工分割指示表示DV1にも拘わらず、加工部MPの第1工程での加工が可能なので、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された加工部位MPの加工を、第1工程で加工を行う第1工程に組み入れ、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第1主軸台23に関する固有加工プログラムPRO1に変換する。

また、ステップS20で第2工程のチャック25aの把持位置が外側と判定された場合、即ち加工部位MPがワーク26の外周部で、第1主軸台23側のチャック23aは内側把持で第2主軸台25側のチャック25aは外側把持の場合には、ステップS22に入り、加工部位MPが第2工程のチャック25aと干渉しないかどうかを判定し、

エラーメッセージPRO2に変換する。

一方、ステップS1で、加工部位MPが内径加工であるものと判定された場合には、ステップS25に入り、加工分割指示表示DV2により指定された、分割位置に対応する加工部位MPが第1工程のみでの加工が可能か否かを判定し、第3図タイプJに示すように、第1主軸台23側での加工が可能な場合には、ステップS25で、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された当該加工部位MPを、第1主軸台23によって加工を行う第1工程に組み入れ、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第1主軸台23に関する固有加工プログラムPRO1に変換する。

また、ステップS25で、加工部位MPが、第3図のタイプKに示すように、加工分割指示表示DV2の、図中左方で、第1工程のみでの加工が出来ない場合には、ステップS27に入り、加工工程判定部12が、当該部位の第2工程、即ち第2主軸台25側のみでの加工が可能か否かを判

第3図タイプIに示すように、干渉する場合には、加工分割指示表示DV1の位置に無関係に、第2工程での加工が出来ないので、当該加工部位MPを第1工程で加工するようにし、ステップS23に入り、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された加工部位MPの加工を、第1工程で加工を行う第1工程に組み入れ、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第1主軸台23に関する固有加工プログラムPRO1に変換する。

更に、ステップS22で、加工部位MPが第2工程のチャック25aと、第3図タイプHに示すように、干渉する危険がないものと判定された場合には、当該加工部位MPの加工を第2工程で行うように決定して、ステップS24に入り、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPRDの加工プロセスで指示された加工部位MPの加工を、第2工程で加工を行う第2工程に組み入れ、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第2主軸台25に関する固有加工

走する。この場合、第2工程のみでの加工可能なので、ステップS28に入り、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROの加工プロセスで指示された当該加工部位MPを、第2主軸台25によって加工を行う第2工程に組み入れ、プログラム変換演算部17は、包括加工プログラムPROから、対応する加工プロセスを、第2主軸台25に関する固有加工プログラムPRO2に変換する。

また、加工分割指示表示DV2の入力位置により、ステップS25で、第1工程のみでの加工が出来ず、更にステップS27で、第2工程のみでの加工も出来ないもの、即ち、第1及び第2工程による加工を経なければ加工が不可能な加工部位MPと既に判定された場合（ステップS25、S27を経て、第1及び第2工程による加工が必要と判定されても、後述のように、どちらか一方の主軸台のみでの加工が可能な場合がある）には、ステップS29に入り、チャック位置演算部10が、第1主軸台23のチャック23aの爪位置を、

特開平2-62603(11)

包括加工プログラム PRO 内の加工情報から演算し、チャック 23a が、ワーク 26 の外側にあるか否かを判定する。チャック 23a が、第3図タイプ N に示すように、ワーク 26 の外側にあるものと判定された場合には、加工部位 MP の第1主軸台 23 側のみでの加工が可能なので、ステップ S30 に入り、プログラム変換演算部 17 は、包括加工プログラム PRO の加工プロセスで指示された当該加工部位 MP を、第1主軸台 23 によって加工を行う第1工程に組み入れ、プログラム変換演算部 17 は、包括加工プログラム PRO から、対応する加工プロセスを、第1主軸台 23 に関する固有加工プログラム PRO 1 に変換する。

ステップ S29 で、チャック 23a が、ワーク 26 の外側にない、従って内側に有るものと判定された場合には、ステップ S31 に入り、第2工程のチャック 25a の把持位置が、外側か否かを判定し、第3図タイプ M に示すように、外側の場合には、第1主軸台 23 のチャック 23a が内側で、第2主軸台 25 のチャック 25a が外側と

工程に組み入れ、プログラム変換演算部 17 は、包括加工プログラム PRO から、対応する加工プロセスを、第1主軸台 23 に関する固有加工プログラム PRO 1 に変換する。

更に、ステップ S33 で、加工部位 MP が第1工程を行うチャック 23a と干渉する場合には、ステップ S35 に入り、加工部位 MP が第2工程を行うチャック 23a と干渉するか否かを判定する。第3図タイプ O に示すように、加工部位 MP がチャック 23a と干渉するが、チャック 25a とは干渉しない場合には、第2工程において加工部位 MP の加工が可能なので、加工分割指示表示 DV2 に拘わらず、ステップ S36 に入り、プログラム変換演算部 17 は、包括加工プログラム PRO の加工プロセスで指示された当該加工部位 MP を、第2主軸台 25 によって加工を行う第2工程に組み入れ、プログラム変換演算部 17 は、包括加工プログラム PRO から、対応する加工プロセスを、第2主軸台 25 に関する固有加工プログラム PRO 2 に変換する。

るので、加工部位 MP の第2主軸台 25 側のみでの加工が可能なので、ステップ S32 に入り、プログラム変換演算部 17 は、包括加工プログラム PRO の加工プロセスで指示された当該加工部位 MP を、第2主軸台 25 によって加工を行う第2工程に組み入れ、プログラム変換演算部 17 は、包括加工プログラム PRO から、対応する加工プロセスを、第2主軸台 25 に関する固有加工プログラム PRO 2 に変換する。

ステップ S31 で、第2工程のチャック 25a の把持位置が、内側の場合には、ステップ S33 に入り、加工部位 MP が第1工程を実行する第1主軸台 23 のチャック 23a と干渉するか否かを判定し、第3図タイプ N に示すように、チャック 23a と加工部位 MP が干渉しない場合には、ステップ S34 に入り、加工部位 MP の第1主軸台 23 側のみでの加工が可能なものと判定し、プログラム変換演算部 17 は、包括加工プログラム PRO の加工プロセスで指示された当該加工部位 MP を、第1主軸台 23 によって加工を行う第1

また、ステップ S35 で、第3図タイプ P に示すように、加工部位 MP が、第2工程を行う第2主軸台 25 のチャック 25a と干渉する場合、従って、第1主軸台 23 及び第2主軸台 25 のチャック 23a、25a が共にワーク 26 の内側を把持し、しかも両チャック 23a、25a が共に加工部位 MP と干渉する場合には、ステップ S37 に入り、当該加工部位 MP を、第1主軸台 23 で加工する部位と第2主軸台 25 で加工する部位とに分割する必要がある。この分割動作は、既に述べたように、工程分割位置演算部 13 等が、システムプログラムメモリ 8 に格納された、形状分割プログラム FDP に基づいて行なう。

こうして、包括加工プログラム PRO が、各主軸台 23、25 についての固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 に分解変換されたところで、それ等固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 は、加工プログラムメモリ 8 中に格納され、第1主軸台 23 及び第2主軸台 25 についての加工プログラムが生成される。次に、主制御部 2 は、加工ブ

特開平2-62603 (12)

ロセス制御部 20 に対して、当該生成された固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 の実行を指令し、加工プロセス制御部 20 は、これを受け、ツールバス演算部 19 を介して加工プログラムメモリ 8 中の固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 に基づいて、公知の手法でツールバスを演算生成する。ツールバスが生成されたところで、軸制御部 21 が当該生成されたツールバスに基づいて第 1 主軸台 23 及び第 2 主軸台 25 の各制御軸を駆動制御して所定の加工をワーク 26 に対して行う。この加工は、各主軸台 23、25 について分割变换された固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 に基づいて行われるので、第 1 主軸台 23 及び第 2 主軸台 25 による加工は円滑に支障なく行われる。

(d) 発明の効果

以上、説明したように、本発明によれば、互いに対向する形で設けられた第 1 主軸台 23 及び第 2 主軸台 25 を有する 2 スピンドル工作機械に

減少させることが可能となる。

また、包括加工データに示されたある加工部位について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データ及び、各主軸台のチャック 23a、25a の把持態様に基づいて、前記加工部位の加工が行われる工程を判定するよう構成すると、チャック 23a の把持態様に応じて包括加工データの分割が可能となり、キメの細かい固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 の変換が可能となる。

更に、前記加工部位 MP が、2 つの主軸台のチャック 23a、25a と共に干渉するものと判定された場合に、前記仮分割位置に対応した形状交点が存在するか否かを判定し、前記形状交点が存在する場合には、当該形状交点を基準にして加工形状を分割して、各主軸台についての固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 を変換生成し、前記形状交点が存在しない場合には、前記仮分割位置を基準にして、加工形状を分割して、各主軸台についての固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 を変換生成するように構成すると、上記した効

において、前記第 1 主軸台 23 で行う第 1 工程加工及び第 2 主軸台 25 で行う第 2 工程加工を区別すること無く入力された、ワーク 26 の加工形状を指示する指令を含む包括加工データ及び、前記加工形状についての第 1 工程加工と第 2 工程加工の仮分割位置を指示する、加工分割指示表示 DV 1、DV 2 等の仮分割指令データを有し、それ等包括加工データに示されたある加工部位について、該加工部位に対応して設定された仮分割指令データから、前記加工部位の加工が行われる工程を判定し、該判定に基づいて、前記包括加工データから各主軸台についての固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 を変換生成し、該固有加工プログラムに基づいて各主軸台における加工を実行するようにして構成したので、第 1 主軸台 23 及び第 2 主軸台 25 を意識することなく入力された包括加工プログラム PRO 等の包括加工データから、第 1 主軸台 23 で行う第 1 工程と第 2 主軸台 25 で行う第 2 工程を機械側で分割することが可能となり、プログラマの加工プログラム作成の負担を大幅に

果に加えて、各主軸台のチャックと加工部位 MP が干渉する場合においても、固有加工プログラム PRO 1、PRO 2 の作成が可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明による 2 スピンドル工作機械の断面制御装置の一例を示す制御ブロック図、

第 2 図は表示部上での加工形状の表示態様の一例を示す図、

第 3 図はワークの加工部位の各種パターンを示す図、

第 4 図は加工工程判定プログラムの一例を示すフローチャート、

第 5 図は形状分割プログラムの一例を示すフローチャート、

第 6 図はワークの加工形状と分割位置との関係を示す図、

第 7 図は形状分割の一例を示す図、

第 8 図は分割される加工プログラムの一例を示す図、

特開平2-62603 (13)

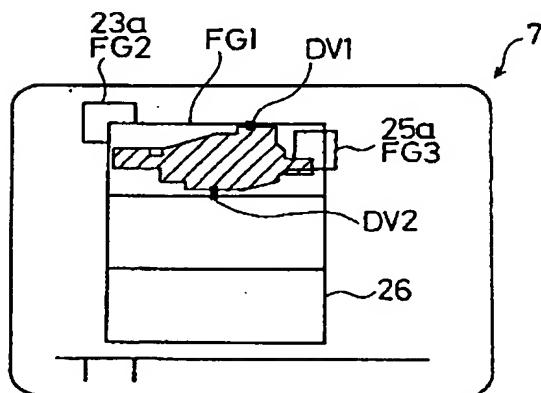
- 第 9 図は形状分割の別の例を示す図、
 第 10 図は分割される加工プログラムの一例を示す図、
 第 11 図は第 7 図のワーク加工形状に対応する第 1 工程固有加工プログラムの変換工程を示す図、
 第 12 図は第 7 図のワーク加工形状に対応する第 2 工程固有加工プログラムの変換工程を示す図、
 第 13 図及び第 14 図は第 6 図のワーク加工形状に対応する加工プログラムの第 2 工程への変換手順を示す図、
 第 15 図は第 9 図のワーク加工形状に対応する第 1 工程固有加工プログラムを示す図、
 第 16 図は第 9 図のワーク加工形状に対応する第 2 工程固有加工プログラムの変換工程を示す図である。

1 ……制御装置 (数値制御装置)
 4 ……2スピンドル工作機械
 PRO ……包括加工データ
 (包括加工プログラム)
 PRO1, PRO2 ……固有加工プログラム

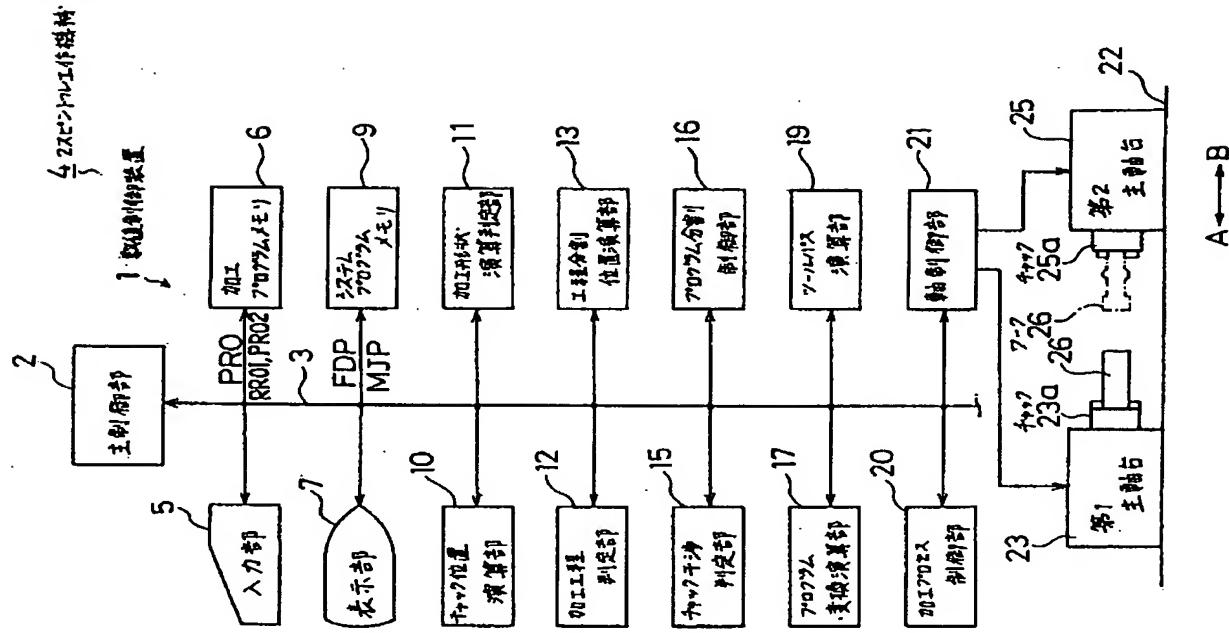
出願人 カマザキマザック株式会社
 代理人 弁理士 相田 伸二
 (ほか 2名)

- 6 ……メモリ手段 (加工プログラムメモリ)
 10 ……第 2 判定手段 (チャック位置演算部)
 12 ……第 1 判定手段、第 2 判定手段
 (加工工程判定部)
 13 ……第 3 判定手段 (工程分割位置演算部)
 15 ……第 2 判定手段 (チャック干涉判定部)
 16 ……変換生成手段
 (プログラム分割制御部)
 17 ……変換手段、変換生成手段
 (プログラム変換演算部)
 19 ……加工実行手段 (ツールパス演算部)
 20 ……加工実行手段 (加工プロセス制御部)
 21 ……加工実行手段 (軸制御部)
 23a, 25a ……チャック
 25 ……第 2 主軸台
 26 ……ワーク
 MP ……加工部位
 DV1, DV2 ……仮分割指令データ
 (加工分割指示表示)

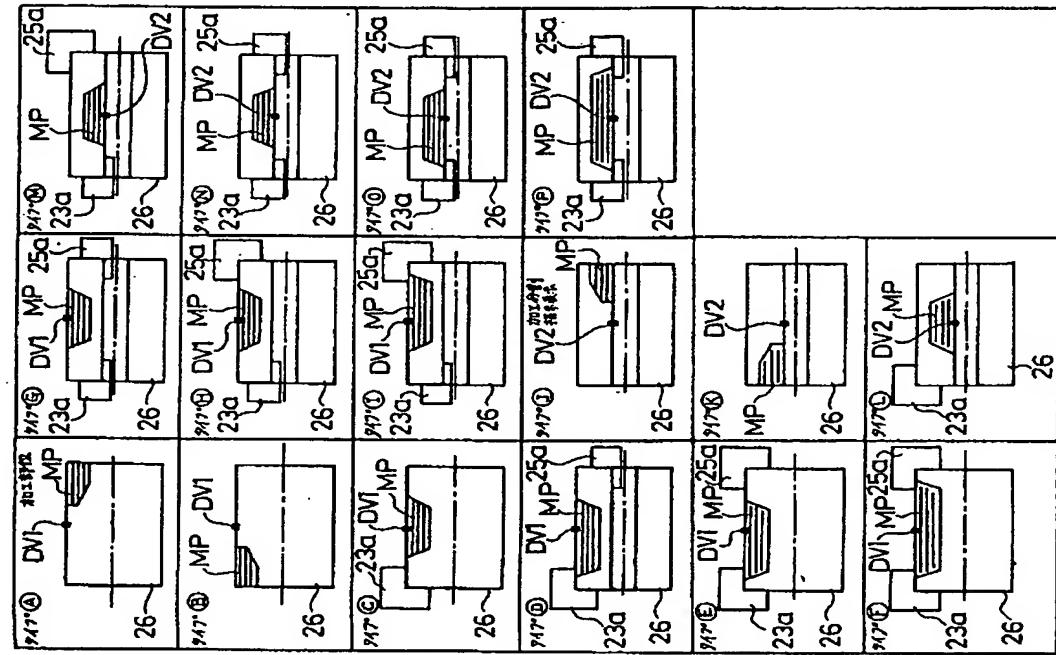
第 2 図



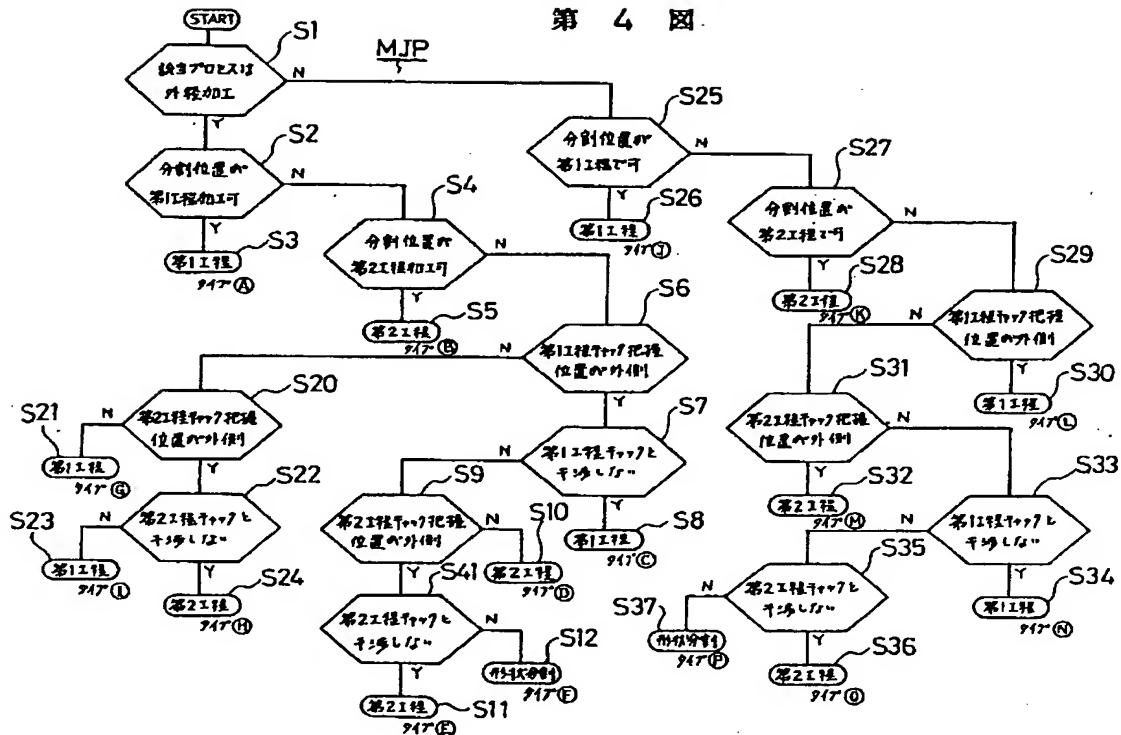
因
第1



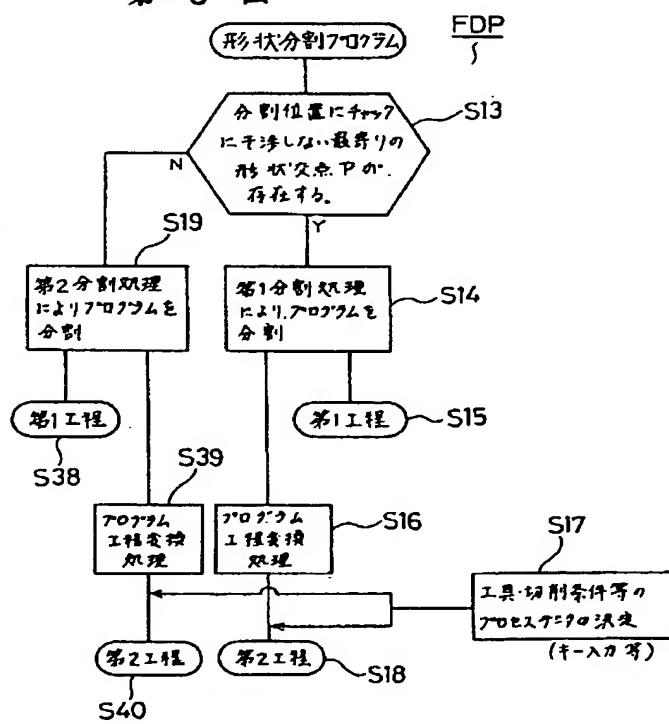
四
三
無

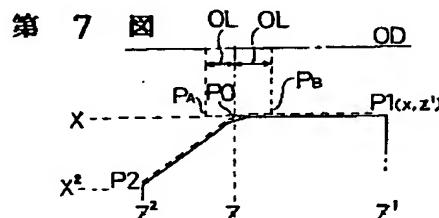
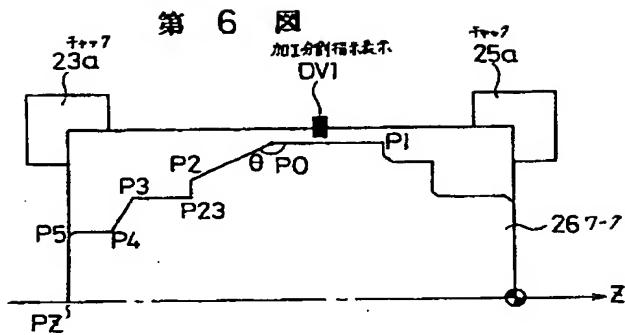


第4図



第5図

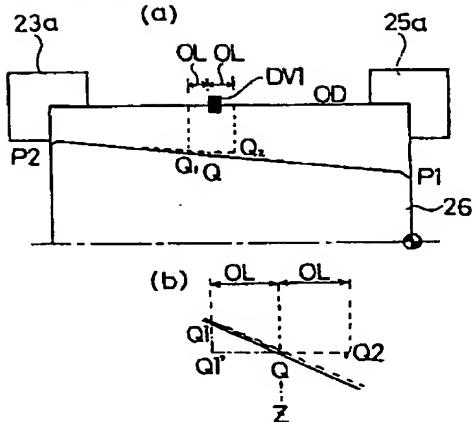




第8図

形状:	始点-X	始点-Z	終点-X	終点-Z	面取り:
LIN	$P(x)$	$P(x')$	$P(x)$	$P(x')$	C
TPR	$P(x)$	$P(x')$	$P(x')$	$P(x)$	

第9図



第10図

BAR OUT	始点-X	始点-Z	終点-X	終点-Z	面取り:
形状:	$PI(x)$	$PI(z)$	$P2(x)$	$P2(z)$	
TPR	$PI(x)$	$PI(z)$	$P2(x)$	$P2(z)$	

PRO 包括加工プログラム

第15図

BAR OUT	始点-X	始点-Z	終点-X	終点-Z	面取り:
形状:	$P1(x)$	$P1(z)$	$Q(x)$	$Q(u)$	
	$Q(x)$	$Q(z)$	$Q(u)$	(Q_{u1}, Q_{u2})	
	$Q1(x)$	(Q_{u1}, Q_{u2})	OD	(Q_{u1}, Q_{u2})	

第16図

BAR OUT	始点-X	始点-Z	終点-X	終点-Z	面取り:
形状:	OD	(Q_{u1}, Q_{u2})	$Q(x)$	(Q_{u1}, Q_{u2})	
MSI5 ~ LIN	$Q(x)$	(Q_{u1}, Q_{u2})	$Q(x)$	$Q(u)$	
MSI6 ~ LIN	$Q(x)$	(Q_{u1}, Q_{u2})	$Q(x)$	$Q(u)$	
MSI7 ~ TPR	$Q(x)$	$P2(u)$	$P2(u)$	$P2(u)$	

第 13 図

BAR	OUT	形状	形状-X	形状-Z	形状-X	形状-Z	形状
MS4 ~ LIN	OD	(Pxz-OL)	P(x)	(Pw-OL)	P(x)	C	
MS5 ~ LIN	P(w)	(Pw-OL)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS6 ~ TPR	P(w)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS7 ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS8 ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS9 ~ TPR	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS10 ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS11 ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	

第 14 図

BAR	OUT	形状	形状-X	形状-Z	形状-X	形状-Z	形状
MS1 ~ LIN	P(w)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS10' ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS9' ~ TPR	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS8' ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS7' ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS6' ~ TPR	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS5' ~ LIN	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS4' ~ LIN	P(x)	(Pw-OL)	OD	(Pw-OL)	OD	(Pw-OL)	

第 11 図

BAR	OUT	形状	形状-X	形状-Z	形状-X	形状-Z	形状
MS1 ~ LIN	OD	(Pxz-OL)	P(x)	(Pw-OL)	P(x)	P(z)	
MS5 ~ LIN	P(w)	(Pw-OL)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS6 ~ TPR	P(w)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS7 ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS8 ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS9 ~ TPR	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS10 ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS11 ~ LIN	P(x*)	P(z)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	

第 12 図

BAR	OUT	形状	形状-X	形状-Z	形状-X	形状-Z	形状
MS1 ~ LIN	OD	(Pw-OL)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS2 ~ LIN	P(w)	(Pw-OL)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	
MS3 ~ LIN	P(x)	(Pw-OL)	P(x)	P(z)	P(x)	P(z)	